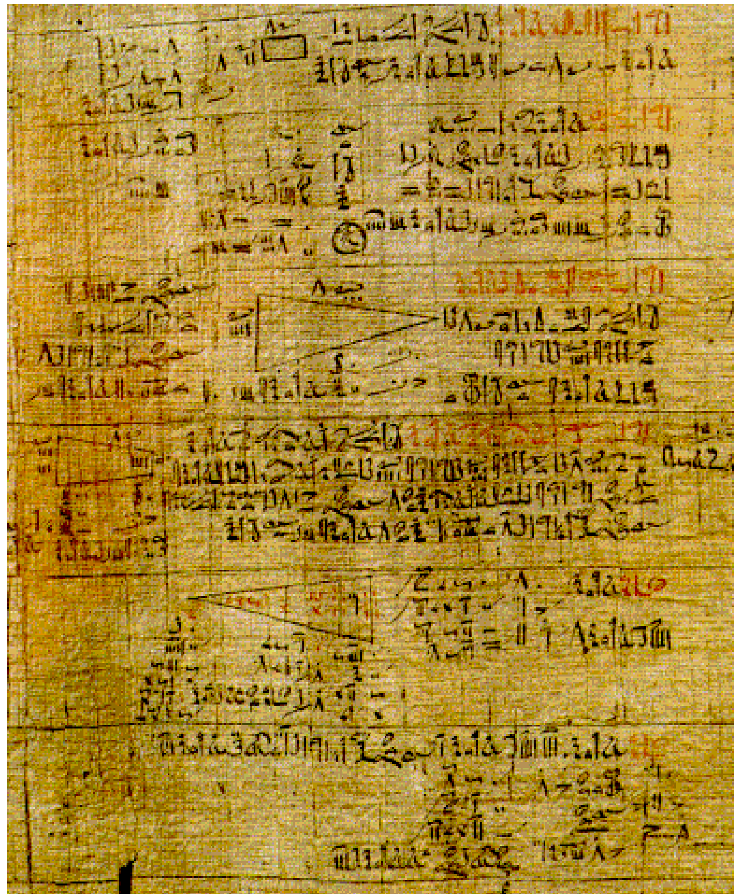


Partie du *Papyrus mathématique RHIND* (du nom de son détenteur), actuellement exposé au *British Museum* à Londres. Ce papyrus est dû au scribe AHMÈS, environ 1650 avant J.C. (période du Moyen Empire égyptien). Il s'agit vraisemblablement d'une « copie » d'un document antérieur remontant à l'Ancien Empire. Les dimensions actuelles du Papyrus RHIND sont 40 cm en largeur, et 513 cm en longueur. Il comporte près d'une centaine de textes mathématiques. Le titre de ce papyrus mathématique traduit de l'égyptien ancien est : «*Méthode correcte d'investigation dans la nature pour connaître tout ce qui existe, chaque mystère tous les secrets*» (cf. Théophile OBENGA, *La géométrie égyptienne*, Paris, Khepera/L'Harmattan, 1993, p. 290 ; voir aussi Gay ROBINS and Charles SHUTE, *The RHIND Mathematical Papyrus*, British Museum Press, 1998).

VISIT…

LANZAROTE

Caliente.COM

APPORT DE L'AFRIQUE À LA CIVILISATION UNIVERSELLE

Communication de Cheikh Anta DIOP au Colloque international *Centenaire de la Conférence de Berlin, 1884-1885*, qui s'est tenu à Brazzaville du 26 mars au 5 avril 1985, à l'initiative de la *Société africaine de Culture* (Présence africaine). Cette communication a été publiée dans les actes de ce colloque, Présence africaine, Paris, 1987, pp. 41-71.

L'Afrique est le continent que HÉGEL et, à sa suite, les idéologues modernes ont exclu de l'histoire. Même Karl MARX. Friedrich ENGELS pensait que si les Blancs sont plus intelligents que les Nègres, c'est uniquement parce qu'étant des pasteurs, ils se nourrissaient de viande et de lait !

De déformation en déformation, le continent, mère de la civilisation, passe aujourd'hui pour celui où l'esprit n'a jamais brillé. À la suite de nombreux travaux récents, ses fils, devenus amnésiques, commencent à retrouver la mémoire historique.

En effet, l'Afrique est le continent producteur de valeurs de civilisation par excellence. À trois reprises, de la haute préhistoire à l'aube des temps modernes, la civilisation (sciences, technique, philosophie) a essaimé de l'Afrique vers l'Europe en particulier, et le reste du monde en général. Ce sont ces trois étapes que nous voulons caractériser brièvement ici, tout en restant strictement sur le terrain de la rigueur scientifique. II s'agira surtout d'éviter de tomber dans le travers idéologique que nous avons souvent dénoncé.

DE LA HAUTE PRÉHISTOIRE AU DÉBUT DE L 'ÉCRITURE : 5 MILLIONS D'ANNÉES À 4 000 ANS AVANT JÉSUS-CHRIST, AFRIQUE BERCEAU DE L'HUMANITÉ

À la suite d'ARAMBOURG, on a souvent répété que le berceau de l'humanité est un berceau à roulettes, appelé à changer de continent avec les progrès de la recherche. En fait, il n'en est rien. Ce berceau avait été placé initialement en Asie, pour trois raisons : la présence très ancienne des trois races (noire, blanche, jaune), la découverte du *pithécanthrope* à Java (à une époque où le sous-sol africain était à peine fouillé), et enfin la tradition biblique qui situe le berceau de l'humanité en Palestine – la création d'Adam et Ève à partir de la terre glaise.

Au fur et à mesure que les nouvelles découvertes s'accumulaient, le berceau a glissé, il est passé de l'Asie en Afrique et ne semble plus devoir quitter ce continent. Malgré les prises de position très prudentes de quelques savants tels que DARWIN au XIX^e siècle, DART en Afrique du Sud, l'abbé BREUIL, d'ARAMBOURG, TEILHARD de CHARDIN, L.S.B. LEAKEY, les intuitions des auteurs anciens, il y a une trentaine d'années, à peine, il fallait beaucoup de témérité scientifique pour prendre au sérieux l'idée que l'Afrique puisse être le berceau de l'humanité.

Les jugements dévalorisants qui pesaient sur une Afrique colonisée au surplus n'y aidaient point. Pour être crédible, pour faire sérieux, pour être dans le ton, il fallait se garder d'épouser une pareille opinion. De la part d'un Africain ce ne pouvait paraître, aux yeux des autres, que comme une folle prétention et un complexe de colonisé.

Hominoïdes et hominidés

II existe deux grandes branches de singes, les platyrhiniens ou singes du Nouveau Monde, et les catarhiniens ou singes de l'Ancien Monde : Afrique, Asie, Europe. La première branche des platyrhiniens, dont les variétés sont attestées surtout en Amérique du Sud, est exclue du processus évolutif qui a conduit à l'hominisation. Donc, le Nouveau Monde (les trois Amériques) n'a pas vu naître l'homme : celui-ci y est

entré déjà formé, sous les traits d'un *Homo sapiens*, au paléolithique supérieur, par le détroit de Behring, comme nous le verrons ci-après. Seuls les catarhiniens sont impliqués dans le processus de l'hominisation.

Rappelons que les hominoïdes regroupent l'homme et les grands singes, tandis que les hominidés comprennent l'homme et ses cousins : *australopithèques*, *Homo habilis*, *Homo erectus* ...

II y a quelques années seulement, les paléontologues situaient la séparation entre hominidés et grands singes à une époque confinant à 15 millions d'années environ.

Mais les progrès vertigineux de la biologie moléculaire donnant naissance à une nouvelle science, la «génétique des fossiles», ont permis de renouveler profondément les idées sur le processus de l'hominisation.

L'arbre phylétique de l'humanité est dessiné avec plus de précision. Grâce aux résultats de l'analyse biochimique utilisant les réactions immunitaires ou l'hybridation de l'ADN, on tient pour acquis maintenant que les grands singes africains sans queue – le gorille et singulièrement le chimpanzé – sont plus proches de l'homme que les grands singes asiatiques comme l'orang-outan et le gibbon. Ces deux derniers spécimens, eux non plus, ne sont pas impliqués ou le sont très peu dans le processus. Ils se sont séparés du tronc commun il y a environ 16 millions d'années, bien avant le gorille et le chimpanzé. Ce dernier présente une similarité génétique avec l'homme de l'ordre de 99 %[1]. On peut déduire de cette parenté biologique que le dernier ancêtre commun au gorille, au chimpanzé et à l'homme vivait il y a environ deux fois moins longtemps que le dernier ancêtre commun à tous les hominoïdes[2]. Les mêmes analyses, contrairement à ce qu'on croyait, rangent le *ramapithecus* parmi les grands singes primitifs de type *sivapithecus* ourang-outan, donc très éloigné de l'homme[3].

---

[1] Jerold M. LOWENSTEIN, « La génétique des fossiles », *in La Recherche* n° 148, octobre 1983, pp. 1266-1270.
[2] David PILBEAM, « Des primates à l'homme », *in Pour la science*, mai 1984, pp. 34-44.
[3] Jerold M. LOWENSTEIN, *op. cit*., p. 1269.

La séparation des hominidés des grands singes se serait effectuée il y a environ sept millions d'années. La série des hominidés débute avec l'*Australopithecus* à ossature massive et au crâne surmonté d'une crête sagittaire. II existe sûrement à partir de 3,5 millions d'années. C'est l'âge que l'on attribue ordinairement à l'*Australopithecus afarensis*, baptisé « Lucy » et découvert en Éthiopie. Les traces de pas ou « *empreintes de Laetoli* » en Tanzanie, découvertes par Mary LEAKEY et attestant de l'existence de la bipédie, appartiendraient à la même époque. L'origine de l'*Australopithecus* est probablement plus reculée car on vient de découvrir au Kenya un fragment de mandibule qui remonterait à cinq millions d'années, âge qui nécessite une confirmation par une datation radiométrique.

II y a environ 2,5 millions d'années coexistaient trois hominidés : l'*Australopithecus robustus*, l'*Australopithecus gracile* avec une boîte crânienne plus volumineuse que le précédent et une ossature moins développée, et enfin l'*Homo habilis*, nettement plus évolué que les *Australopithecus*, avec un crâne plus volumineux (700 cm^3). Les rapports entre ces trois hominidés sont loin d'être clarifiés. Dans l'état actuel de la recherche, il semble que ces trois spécimens n'aient jamais atteint un potentiel d'expansion suffisant pour sortir de l'Afrique ; mais il ne s'agit, peut-être, que d'une situation provisoire. En 1982, une équipe anglo-américano-canadienne[4] fit à Chesowanja, au Kenya, une découverte qui serait capitale si elle était confirmée. Selon ces auteurs, l'*Australopithecus robustus*, l'hominidé le plus primitif qui inaugure la lignée, aurait fait du feu il y a 1,4 millions d'années. À côté du foyer et des reliefs de repas, une industrie lithique assez surprenante quoique rudimentaire, et une « poterie archaïque en argile » cuite, non moins surprenante. Jusqu'ici, on attribuait le premier feu à l'*homme de Pékin* de la *grotte de Choukoutian* (500 000 ans).

Les trois hominidés cités ci-dessus furent suivis par l'*Homo erectus* (anciennement appelé *pithécanthrope*), 1800 à 100 000 ans. L'*Homo*

[4] Composition de l'équipe : J.W.K. HARRIS, Université de Pittsburg en Pennsylvanie (États-Unis), J.A.J. COWLETT, Université d'0xford (Angleterre) et D. WALTON, Université Mac Master Hamilton, Ontario (Canada), B.A. Wood, Middelsex Hospital School, Londres (Angleterre).

erectus a dû cohabiter, un court laps de temps, avec l'*Homo habilis*, et peut-être même avec l'*Australopithecus* si son origine remonte aussi loin que le veulent certains spécialistes : 4 millions d'années. Le volume de son cerveau était en moyenne de 800 cm^3. II est le premier hominidé qui sortira de l'Afrique à des époques variées pour aller peupler l'Asie et l'Europe : *pithécanthrope de Java, homme de Tautavel*, etc. Son industrie typique est le biface et le hachereau, qu'il introduisit surtout en Europe méridionale.

Sur le plan de l'évolution morphologique vers l'*homme moderne*, l'*Homo erectus* est suivi par l'*homme de Broken Hill* (Zambie), qui est un néandertaloïde typique, daté de 110 000 ans par les acides aminés. Si cette date était confirmée, il en résulterait une remise en question de l'origine géographique du *Néandertal*. En effet, l'âge le plus ancien communément admis est 80 000 ans, début du Würmien pour les spécimens européens ; mais ces âges, en dehors du *fossile de Saint-Césaire* (35 000 ans) ne sont pas déterminés par des méthodes radiométriques. La nouvelle méthode de carbone 14, fondée sur la spectrométrie de masse et permettant de reculer sensiblement les âges C14 aux confins de 70 000 à 80 000 ans, pourrait rendre ici des services appréciables. En effet, la méthode de datation par les acides aminés doit être calibrée par celle du C14 pour que les résultats soient fiables. On peut donc émettre un doute quant à l'exactitude de la date du fossile du *Broken Hill*. Mais il est devenu indispensable de soumettre, autant que faire se peut, tous les fossiles néandertaloïdes africains, européens, palestiniens, etc., à des critères sévères de datations radiométriques. La nouvelle méthode C14 n'est pas destructive car elle ne nécessite que quelques milligrammes de matière organique ou carbonatée. Un prélèvement sur le fossile est donc concevable, bien que les ossements soient de mauvais matériaux pour la datation à cause des pollutions qu'ils peuvent subir, surtout en climat chaud et humide.

L'opinion est quasi unanime pour dire que le *Néandertal* est d'origine européenne. C'est très possible, mais cette idée est susceptible d'une vérification scientifique. Si elle est exacte, les fossiles néandertaliens européens les plus anciens seront nécessairement plus anciens que tous les fossiles néandertaliens du reste du monde. C'est là le seul critère vraiment scientifique qui permettra de déterminer l'origine

géographique du Néandertalien. Une mission américaine vient de découvrir un homme de *Néandertal* en Égypte ; cela fait deux fossiles datables. Suivant les résultats de ces analyses, on sera fixé sur l'origine du Néandertalien. En attendant, le fossile africain semble plus ancien que les fossiles européens et palestiniens. Si on respecte vraiment ce critère de l'âge des fossiles, on s'aperçoit que la Palestine ne peut être le point de départ d'un peuplement de l'Europe ni au stade de l'homme de *Néandertal*, ni à celui de l'*Homo sapiens sapiens*. En effet, l' « espèce » qui suit le *Néandertal* est l'*Homo sapiens sapiens*, qui a la même morphologie que l'*homme moderne*. II est attesté en Afrique par le crâne d'*Omo I* (130 000 ans[5]). Un crâne trouvé à Laetoli semble représenter un spécimen intermédiaire entre l'*Homo erectus* et l'*Homo sapiens*, autrement dit un *Homo sapiens sapiens* archaïque comme *Omo II*. Selon toute probabilité, c'est bien cet *Homo sapiens sapiens* africain qui sortit de l'Afrique vers 40 000 ans, sous les traits du négroïde grimaldien, pour aller peupler l'Europe[6]. Si le grimaldien était entré en Europe avec son industrie aurignacienne toute faite et venant de l'est comme on le suppose, l'âge des industries devrait décroître d'est en ouest ; or c'est le contraire que l'on constate plutôt.

Les émigrants africains, partis de la région des Grands Lacs, avaient trois voies de sortie présentant des difficultés inégales.

a. La vallée du Nil, l'isthme de Suez, la Palestine et, à partir de là, l'Asie, l'Océanie, l'Europe, ou rester sur place. C'est sous cet angle de lieu de transit que l'on peut envisager les premières présences humaines en Palestine. II ne s'agit pas d'une humanité née sur place.

b. Le détroit de Gibraltar, l'Espagne, la France, l'Asie. l'Océanie, les

---

[5] Yves COPPENS, F. Clark HOWELL, Glynn LI, ISAAC and Richard E.F. LEAKEY, « Earliest Man and Environment in the Lake Rudolf Basin », in *Prehistoric Archaeology and Ecology Series*, Kari W. Butzer and Leslie G. Freeman. Éd., pp. 19-20.

[6] D'après la biologie moléculaire, le rameau négroïde s'est autonomisé il y a 120 000 ans, tandis que caucasoïdes et mongoloïdes se seraient séparés il y a 55 000 ans (cf. RUFFIÉ J., *De la biologie d la culture*, Paris, Flammarion, p. 398). C'est l'opposé des affirmations de certains anthropologues préoccupés d'idéologie, qui font remonter l'origine des négroïdes au Néolithique, car, pour eux, l'ancêtre de l'humanité doit en être plutôt le benjamin !

Amériques par le détroit de Behring. Nous savons, depuis le XIe congrès de Nice de l'UISPP, que l'Australie est peuplée au Paléolithique supérieur, donc la navigation ne daterait pas du Néolithique et le détroit de Gibraltar pouvait être franchi — d'autant plus que l'étendue des mers était réduite par la glaciation.

c. Le cap Bon, la Sicile, l'Italie du Sud et l'Europe. Ainsi la chaîne des hominidés est formée de six spécimens, les trois premiers n'étant jamais sortis de l'Afrique et les trois derniers ayant acquis un potentiel d'expansion leur permettant de sortir de l'Afrique avec leurs industries pour aller peupler les autres continents. Aussi les spécimens africains, vérification faite, sont toujours plus anciens que ceux correspondants dans les autres continents et régions du globe.

En fait, la physiologie même de l'homme montre qu'il est né, non sous un climat tempéré, mais sous un climat chaud et humide de la région tropicale. L'humanité qui est née en Afrique était nécessairement pigmentée à cause de l'importance du flux des radiations ultraviolettes au niveau de la ceinture de l'équateur terrestre. Cet homme, en émigrant dans les régions tempérées, perd progressivement sa pigmentation par sélection et adaptation. C'est sous cet angle qu'il convient d'envisager l'apparition du *Cro-Magnon*, en Europe, au Solutréen, après 20 000 ans d'adaptation et de transformation du négroïde grimaldien dans les conditions de la dernière glaciation würmienne.

Aussi le *Cro-Magnon* ne serait-il venu de nulle part ; il est le produit de la mutation du grimaldien négroïde sur place, et aucun fait d'archéologie préhistorique n'a permis d'expliquer autrement son apparition. Les fouilles fébriles de Palestine n'apportent rien de nouveau à ce sujet. Richard LEAKEY pense que même l'*Homo erectus* devait être pigmenté pour les raisons que je viens d'invoquer concernant l'*Homo sapiens sapiens* grimaldien, et que la peau de cet *Homo erectus* devait ainsi s'éclaircir lorsqu'il gagnait les régions du nord. À plus forte raison tout cela était vrai pour l'*Homo sapiens sapiens*. Compte tenu de l'antiquité de l'homme en Afrique, nous plaidions pour l'existence d'un art du Paléolithique supérieur. Le fait est démontré maintenant : les gravures de la *grotte Apollo 11*, en

Namibie, sont datées au C14 de 28 000 ans, âge presque double de celui des peintures de Lascaux dans le sud de la France. Le « *sorcier dansant* » *d'Afvallingskop*, en Afrique du Sud, et celui de la *grotte des Trois-Frères* en France présentent une ressemblance étonnante. En Tanzanie, R. LEAKEY rapporte que certaines gravures remontent à 35 000 ans. Les peintures de la *caverne de Khotsa* représentant un élan en pays Basouta en Afrique du Sud, relevées par Léo FROBÉNIUS, remontent au Paléolithique supérieur. On pourrait en dire autant de certaines peintures du Sahara. On notera que c'est l'*Homo sapiens sapiens* qui est responsable de cet art, sur quelque continent qu'on le trouve, et que l'*Homo sapiens* (ou homme de *Néandertal*), que l'on a ainsi rebaptisé, n'a jamais su s'élever à la création artistique proprement dite. En fait, il présente une différence anatomique notable avec l'*Homo sapiens sapiens*, en ce sens qu'il n'a pas de lobe frontal au cerveau, qui est aussi le siège de l'imaginaire. II ressort de ce qui précède que, depuis 5 millions d'années jusqu'à la fonte des glaces il y a 10 000 ans, l'Afrique a presque unilatéralement peuplé et influencé le reste du monde.

Vers 8 000 ans avant J.-C. la céramique apparaît au Sahara, une des plus anciennes du monde, contemporaine de celle de Jéricho. Les dernières découvertes tendent à montrer que les premières tentatives de domestication des plantes en Afrique remontent au paléolithique supérieur, entre 17 000 et 18 500 ans, à une époque où l'Europe était encore freinée par les glaces. Une équipe américaine a fouillé en 1982 à Wadi Kubbaniya, dans le désert ouest de l'Égypte[7]. Voici les conclusions : les dernières découvertes faites dans ce domaine en Afrique interdisent désormais de supposer que le Proche-Orient soit le centre de diffusion des techniques agraires.

---

[7] « *We have found that, between 17000 and 18500 years ago — while ice still covered much of Europe — African peoples were already raising crops of wheat, barley, lentils, chick-peas, capers, and dates. They were doing it in the flood plains of the Nile, much as people would continue to do for another 13000 years until the classical Egyptian civilisation arose, and on into modern times. Moreover this is an indication that the rise of this diversified agriculture did not lead directly to the beginning of village life.* » Fred WENDORF, Romuald SCHILD and Angela E. CLOSE, in *Science*, November 1982, reprinted by Ivan Van SERTIMA, in *Blacks in science*, April and November 1983, USA.

APPORT DE L'AFRIQUE À LA CIVILISATION UNIVERSELLE DANS LE DOMAINE DES SCIENCES EXACTES

Mathématiques

Géométrie

Depuis que STRUVE a édité le *Papyrus mathématique de Moscou*, la communauté scientifique mondiale sait que la mathématique égyptienne, au lieu d'être une simple somme de recettes empiriques, est, au contraire, hautement élaborée et spéculative. En effet, ce papyrus contient deux problèmes, particulièrement difficiles, traitant respectivement de la surface de la sphère (n° 10) et du volume du tronc de pyramide (n° 14). Tous ceux qui se sont occupés un tant soit peu de mathématiques savent combien le traitement des surfaces courbes est délicat. Or, la « formule » trouvée par le scribe, 1700 avant ARCHIMÈDE, est rigoureusement exacte : $S = 2\pi R^2$ pour la surface de la demi-sphère. Dans ce problème il s'agit, en effet, de calculer la surface d'une demi-sphère qu'il suffit de multiplier par deux pour avoir celle de la sphère. La sphère et le cylindre exinscrit, de hauteur égale au diamètre de la sphère, sont deux corps inséparables d'un point de vue théorique. Leurs deux surfaces sont identiques et égales à $4\pi R^2$.

Ce fait n'a pas dû échapper à la sagacité des Égyptiens. Qui peut le plus peut le moins. Aussi est-ce cet ensemble de figures qu'ARCHIMÈDE considéra comme sa plus importante et plus belle découverte, et qu'il avait choisi comme épitaphe ; et c'est bien ce signe qui a authentifié la découverte du tombeau d'ARCHIMÈDE, à Syracuse, en Sicile, par CICÉRON. Or, ARCHIMÈDE ne pouvait ignorer l'antériorité de la découverte égyptienne du même théorème qu'il a très probablement utilisé, aménagé et présenté à sa manière[8]. Ses autres

[8] V. V. STRUVE, *Mathematischer papyrus des staatlichen Museums der Schönen Künste m Moskau* (Quellen und Studien zur Geschichte der Mathematik ; Abteilung A. Quellen, Band I) Berlin, 1930. La remarque de CLÉMENT D'ALEXANDRIE, dans *Stromata*, donne une idée de l'importance de cet emprunt de la Grèce à l'Égypte pharaonique : « *Un livre de mille pages ne suffirait pas pour citer les noms de mes compatriotes qui ont usé et abusé des connaissances égyptiennes.* »
En effet, le « miracle grec », pour être probant, aurait dû être antérieur aux contacts

agissements à l'égard de la science égyptienne le prouvent. Pour ne parler que des certitudes : les Égyptiens transmettent à la postérité la formule exacte de la surface de la sphère et la « formule » exacte du volume du cylindre, calculé avec une valeur de $\pi = 3{,}16$[9]. ARCHIMÈDE ignore totalement ces résultats dans son traité intitulé *De la sphère du cylindre*, écrit environ deux mille ans après les papyrii mathématiques égyptiens.

Le problème n° 50 *Papyrus RHIND* nous donne la surface exacte du cercle de diamètre 9 avec une valeur de $\pi = 3{,}16$ suivant la formule :

$$S = (\frac{8}{9}d)^2$$

équivalent à $S = \pi\frac{d^2}{4}$ ou πR^2.

ARCHIMÈDE garde le silence sur cette « formule » dans son traité intitulé *De la mesure du cercle*.

II en est de même, en particulier, en ce qui concerne le calcul de la valeur de π, dont il donne les bornes inférieure et supérieure. Enfin, dans son traité intitulé *De l'équilibre des plans ou de leur centre de gravité*, ARCHIMÈDE ne montre nulle part que les Égyptiens avaient déjà maîtrisé la théorie du levier de tous les genres ainsi que celle du plan incliné, avant lui. La balance à curseurs annulaires permettant de fignoler les pesées et publiée par G. DAVIES[10] ne laisse aucun doute à ce sujet, sans parler du *chadouf*[11], qui est l'application courante du levier à bras inégaux dont l'utilisation faisait dire à ARCHIMÈDE qu'il soulèverait la terre s'il avait un point d'appui. Or quelle est la méthode de recherche d'ARCHIMÈDE qui est considéré comme le représentant le plus génial de la mathématique et de l'intellectualisme grecs ? Lui-même nous la décrit dans une lettre adressée à son ami le géomètre

---

avec l'Égypte. Mais il n'en est rien. La Grèce ne s'ouvrira difficilement à la science et à la philosophie qu'une fois initiée par l'*Égypte*. II n'existe pas de science et de philosophie grecques antérieures au contact avec l'Égypte, au VI^e^ siècle avant Jésus-Christ, date des premiers voyages de THALÈS et des pré-socratiques en général.

[9] $V = \pi R^2 h$. Cf. *The Rhind Mathematical Papyrus*, édité par T.E. PEET, problème n° 41.

[10] N. de G. DAVIES, *Rekh-Mi-Re*, p. 1, L IV.

[11] N. de G. DAVIES, *The Tomb of two Sculptors at Thebes*, p. 28.

ERATOSTHÈNE, et n'hésite pas à dire qu'il procède d'abord par pesée des figures géométriques et, quand elles sont égales seulement, il cherche ensuite à démontrer leur égalité par des moyens mathématiques. II recommande même sa méthode à son ami[12]. Mais Paul Ver EECKE soupçonne ARCHIMÈDE de malhonnêteté, et suppose que celui-ci a voulu cacher ses vraies sources d'inspiration et « *effacer soigneusement la trace de ses pas derrière lui* ». Cette source cachée pouvait-elle être autre qu'égyptienne ? Assurément non. En effet ARCHIMÈDE, comme tous les savants grecs, est allé s'initier ou se perfectionner en Égypte et c'est au retour d'un de ces voyages qu'il « inventa » la vis sans fin que des siècles avant sa naissance les Égyptiens utilisaient déjà pour l'exhaure de l'eau[13].

Aussi on oublie la méthode du plus grand représentant de la mathématique grecque lorsqu'on parle gratuitement d'empirisme et de recettes scientifiques égyptiennes. STRUVE, en étudiant la méthode probable suivie par le scribe pour trouver la surface de la sphère, montre que celui-ci a nécessairement associé la sphère au cylindre exinscrit de même surface, de hauteur égale au diamètre du grand cercle de la sphère (comme l'a fait ARCHIMÈDE plus tard) pour dégager une méthode générale empirico-théorique d'étude des surfaces courbes et des volumes, et établir les rapports en surface et en volume de ces deux corps. De la sorte, ajoute-t-il, le problème n° 10 (du *Papyrus de Moscou*) nous a apporté à la fois la formule de la surface de la sphère et celle de la longueur de la circonférence[14].

Pour comprendre l'importance de cette dernière remarque, il importe de se rappeler que c'est à DINOSTRATUS que l'on attribue la formule $C = \pi.d$, et qui donne la longueur de la circonférence, formule qui,

---

[12] ARCHIMÈDE dédie son traité *De la méthode* à son ami ERATOSTHÈNE, et il lui dévoile sa méthode mécanique (de pesée de figures géométriques) comme la source cachée de ses principales « découvertes ». Paul Ver EECKE, *Les œuvres complètes d'Archimède*, Albert Blanchard, Paris, 1960. Introduction, p. XLIV-XLV.

[13] P. Ver EECKE, *op. cit.*, p. XIV-XV ; STRABON, *Géographie*, trad. par Amédée Tardieu, vol. III, liv. XVII, p. 433 ; DIODORE DE SICILE, *Histoire*, vol. II, livre V, chap. XXXVII, p. 39.

[14] « *Die Aufgabe Nr. 10 hat uns aber zusammen mit der Formel für die Kugeloberfläche auch die Formel für den Kreisumfang gebracht* », STRUVE, *op. cit.*, p. 177-178.

dans le cas présent aurait été établie par les Égyptiens 1400 ans avant son présumé inventeur grec. II rappelle, en citant les travaux de L. CRON, qu'en mécanique aussi les Égyptiens avaient plus de connaissances qu'on ne veut le croire. Leurs plans sont aussi exacts que ceux des ingénieurs modernes[15].

II est donc normal, conclut-il, que les Grecs aient explicitement avoué que les Égyptiens étaient leurs maîtres en géométrie, et que celle-ci est venue d'Égypte en Grèce, et non de la Babylonie. À ce dernier point de vue, STRUVE insiste sur l'exactitude de la géométrie égyptienne. En effet, une géométrie empirique utilisant des recettes comme la géométrie babylonienne, par exemple, ne saurait aboutir à des formules exactes comme celles de la géométrie égyptienne. Cela nous amène au deuxième problème n° 14 du *Papyrus de Moscou*, qui traite du volume d'un tronc de pyramide. Le scribe donne la formule suivante :

$$V = \frac{h}{3}(a^2 + ab + b^2)$$

avec :
a = côté du carré de base,
b = côté du carré au sommet,
h = hauteur séparant les plans des deux carrés.

Même PEET, qui fut un grand détracteur de la mathématique égyptienne, reconnaît que depuis 4 000 ans la recherche mathématique n'a pas fait mieux quant à l'amélioration de cette formule. En effet, celle-ci est rigoureusement exacte.

Pour la même figure, la géométrie mésopotamienne donne :

$$V = \frac{h}{2}(a^2 + b^2)$$

formule qui n'est même pas approchée, mais fausse. II en est de même du volume du tronc de cône :

$$V = \pi\frac{h}{2}(S + S')$$

---

[15] « *Die ägyptischen Werkzeichnungen erweisen sich ebenso genau wie die der modernen Ingenieure.* »

S et S' étant les surfaces des cercles de base et du sommet. La même géométrie mésopotamienne calcule le volume d'un cylindre avec une valeur de $\pi = 3$ en l'assimilant à un prisme, alors que, on l'a vu ci-dessus, la formule correspondante de la géométrie égyptienne est rigoureusement exacte. En fait, dans toute la mathématique égyptienne il n'existe pas une seule formule erronée : ni en géométrie, ni en algèbre, ni en trigonométrie, ni en arithmétique, ni en mécanique. II ne peut donc s'agir que d'une science hautement théorique.

Si la mathématique égyptienne était empirique, on serait amené à reconnaître que l'empirisme surclasse la théorie car depuis des siècles les mathématiciens se perdent, en vain, en conjectures pour retrouver les prétendues recettes empiriques qui auraient conduit à la rigueur de la mathématique égyptienne ; l'empirisme vulgaire serait donc moins accessible que la théorie. Le résultat ci-dessus n'empêchera pas ARCHIMÈDE d'écrire que c'est à EUDOXE de CNIDE que l'on doit l'étude de la pyramide[16].

Théorème dit de PYTHAGORE

Les éléments de la mathématique égyptienne permettent d'affirmer que PYTHAGORE n'a pas démontré le théorème qu'on lui attribue et beaucoup de mathématiciens un tant soit peu familiarisés avec les données égyptiennes savent cela. En effet, en se référant à PLUTARQUE (*Isis et Osiris*) et à PLATON (*Politique*), on sait déjà que, parmi tous les triangles rectangles, celui qui a comme côtés respectifs 3, 4, 5 est sacré (problème n° 6 du *Papyrus de Moscou*)[17].

Donc, on reconnaît volontiers que les Égyptiens connaissaient sûrement des cas particuliers du théorème dit de PYTHAGORE. Mais on n'admet pas qu'ils l'aient démontré dans le cas général. Or, on sait que ce théorème a très probablement été découvert en même temps que les nombres irrationnels, dans le cas général, sans valeurs numériques

---

[16] P. Ver EECKE, *op. cit.*, p. XXXI. C'est pour cette raison qu'un prêtre égyptien avait dit à DIODORE DE SICILE que les Grecs s'approprient toutes les sciences apprises en *Égypte* une fois rentrés chez eux.

[17] PYTHAGORE et PLATON, qui se sont initiés en Égypte, ont adopté cette symbolique des nombres.

particulières, dans le cas d'une duplication du carré à partir de la diagonale. II existe à cet effet une unité de longueur égyptienne dont la définition précise ne laisse aucun doute sur la connaissance du théorème de l'hypoténuse et sur l'existence des nombres irrationnels : il s'agit du « *double-remen* ». Le *double-remen* est la longueur de la diagonale d'un carré de côté a = une coudée (royale). Si d est cette diagonale, on a : $d = a\sqrt{2} = (\sqrt{2} \times 20{,}6) = 29{,}1325$ *inches*[18]. On sait que $\sqrt{2}$ est le nombre irrationnel par excellence mais les Égyptiens savaient extraire même les racines carrées des nombres fractionnaires. Les Égyptiens utilisaient effectivement cette longueur pour tracer des carrés de surface double du carré initial de côté = a, ou pour diviser en deux un carré double initial. On ne peut pas trouver une application plus évidente du théorème du carré de l'hypoténuse dans le cas le plus général sans valeur mécanique, et ce au moins deux mille ans avant la naissance de PYTHAGORE. II apparaît aussi que les Égyptiens connaissaient bien les nombres irrationnels. Cette façon de voir est singulièrement confirmée par la définition également géométrique et non arithmétique que les Égyptiens donnent de la racine carrée : l'expression consacrée, dans les textes, est « *faire l'angle (droit) d'un nombre* ». Par exemple :

- faire l'angle (droit) de 9 = 3
- $a\sqrt{2}$ est l'hypoténuse du triangle rectangle isocèle de côté a, par exemple :
- faire l'angle (droit) de $(2\,a^2) = a\sqrt{2}$
- faire l'angle (droit) de $(20{,}6\sqrt{2})^2\ [= (20{,}6)^2 \times 2] = 20{,}6\sqrt{2}$

Rien que cette définition géométrique de la racine carrée montre que les Égyptiens avaient maîtrisé le théorème du carré de l'hypoténuse et en avaient déjà tiré de nombreuses applications.

Quadrature du cercle

Le problème n° 48 du *Papyrus mathématique RHIND* (PMR) est le premier énoncé dans l'histoire des mathématiques du problème de la quadrature du cercle. La surface d'un carré de côté 9 y est comparée

[18] Richard J. GILLINGS, *Mathematics in the Time of the Pharaohs*, the MIT Press, Cambridge Massachusetts and London, England, chapitre 20, p. 208.

avec celle d'un cercle de diamètre 9 également.

Trigonométrie

Les Égyptiens sont les premiers inventeurs de la trigonométrie. Les problèmes 56 et 60 du PMR portent tous sur le calcul des lignes trigonométriques : sinus, cosinus, tangente, cotangente. Chaque fois, deux lignes trigonométriques sont données et il s'agit de déterminer la troisième. Dans le n° 56, il s'agit de calculer la pente d'une pyramide, par conséquent une tangente. Le scribe assimile la hauteur de la pyramide avec l'axe des sinus, et le cosinus avec la moitié de la parallèle au côté du carré de base passant par le centre du carré.

$$\text{sinus } \alpha = 250 \text{ coudées}$$

$$\text{cosinus } \alpha = \frac{360}{2} = 180 \text{ coudées}$$

$$\text{tg } \alpha = \frac{250}{180}$$

Puis le scribe renverse ce rapport pour déterminer la cotangente :

$$\text{cotg } \alpha = \frac{180}{250} = \frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{50}$$

II multiplie ce résultat par 7 pour exprimer le résultat final en palmes, car une coudée = 7 palmes. On a donc finalement :

$$\text{cotg } \alpha = 7\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{5} + \frac{1}{50}\right) = 5 \text{ palmes } \frac{1}{25}$$

Pour le scribe, ce résultat a la valeur d'un angle parce qu'il lui permet d'affirmer qu'un déplacement de 5 palmes suivant l'axe des cosinus correspond à une montée d'une coudée suivant l'axe des sinus. Bien plus tard, le cercle trigonométrique de rayon unitaire sera inventé par la mathématique moderne.

Surfaces des figures élémentaires

Le problème n° 49 du PMR traite de la surface du rectangle : $S = L \times \ell$.

Le n° 5, de celle du triangle : $S = \frac{B \times h}{2}$

Le n° 52, de la surface du trapèze : $S = \frac{A + B}{2} h$

Nous avons déjà vu que le n° 41 traite du volume du cylindre ; le n° 44 traite de celui du cube.

Le n° 46 traite d'un parallélépipède à base carrée, dont on doit trouver les trois côtés connaissant le volume.

II est probable que le problème de la planche VIII du *Papyrus de Kahun* traite du volume d'une demi-sphère de diamètre à 8 unités, comme l'a supposé Borchardt[19].

Séries mathématiques

Les Égyptiens maîtrisaient les progressions géométriques et arithmétiques. Ils savaient les sommer ou en trouver l'élément d'ordre n.

Le problème n° 79 du PMR traite d'une progression géométrique de raison R = 7, et le scribe applique correctement la formule :

$$S = a \frac{R^n - 1}{R - 1}$$

Le n° 40 concerne une progression arithmétique. II s'agit de partager 100 pains entre 5 personnes, de manière que les parts soient en progression arithmétique et que la somme des deux plus petites soit un septième de la somme des trois plus grandes[20].

Le problème n° 64 traite d'une répartition de différences : partager 10 pains entre 10 personnes, de telle sorte que la différence entre une personne et son voisin soit un huitième de *hekat*. On aboutit au même résultat que le scribe en appliquant la formule classique d'une progression arithmétique :

[19] BORCHARDT L. : Ägyptischer Zeitung 35, pp. 150-152.
[20] T.E. PEET, *The Rhind Mathematical Papyrus,* p. 78.

$$\ell = a + (n - 1)\, d$$

avec :

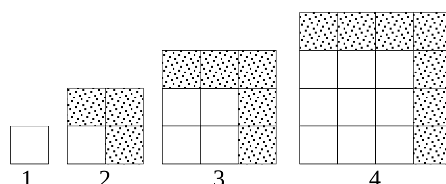
ℓ = le dernier terme

a = le premier terme
d = la différence commune : 1/8

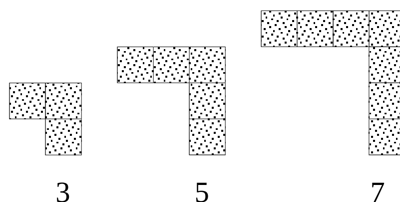
Le *Papyrus RHIND* montre que les Égyptiens étaient les inventeurs des progressions arithmétiques et géométriques. Or les « supposées » découvertes les plus fameuses de PYTHAGORE portent sur des opérations sur les séries géométriques et arithmétiques — toutes opérations, de sommation en particulier, que les Égyptiens savaient effectuer couramment, par exemple :

- *La sommation des termes de la progression arithmétique la plus simple, correspondant à la série des nombres naturels* (et dont le rapport, ou différence des termes, est égal à l'unité), donne les nombres trigones ou triangulaires.
- *Celle dont la différence des termes est 2*, c'est-à-dire celle des nombres impairs 1, 3, 5, 7, 9, donnera, par sommation de ses termes, les tétragones ou carrés, soit 1, 4, 9, 16, 25.
Or, PYTHAGORE supposait l'âme tétragone, et nous reviendrons sur cette question pour mieux souligner la source indubitablement égyptienne des idées attribuées à PYTHAGORE.
- *Les progressions dont la différence des termes est 3* donnent les nombres pentagones 1, 5, 12, 22, 35. Pour une différence de 4, on a la série des nombres hexagones : 1, 6, 15, 28.
Suivant le même procédé, on obtient les nombres heptagones, octogones, ennéagones, etc.

Revenant aux nombres carrés ou tétragones, dont nous venons de parler et qui caractérisent la forme de l'âme d'après PYTHAGORE, on peut les engendrer tous par des ceintures rectangulaires successives appelées *gnomons* à partir d'un carré unité, et on obtient comme on vient de le voir la série des nombres arithmétiques impairs :



Forme de l'âme : tétrade, *tetraotys*, nombres carrés.



Gnomons : série de nombres impairs.

Tout cela explique l'importance de la tétrade et du gnomon dans la philosophie de PYTHAGORE. L'influence égyptienne chez PYTHAGORE était si forte que celui-ci et son école, malgré la différence de langue et d'écriture, employaient dans leurs notations mathématiques pré-algébriques les signes hiéroglyphiques égyptiens : le signe hiéroglyphique de l'eau (𓈖) symbolisait précisément les progressions des nombres. La série des nombres impairs était représentée par le gnomon en forme d'équerre (¬); celle des nombres pairs par le signe (=) de la balance. Le cercle, signe hiéroglyphique du dieu égyptien Ra, le soleil, représentait le mouvement perpétuel (○)[21]. On ne peut mieux montrer que toute la doctrine philosophique de PYTHAGORE et sa théorie des nombres, qui renvoient l'une à l'autre, sont essentiellement tributaires de la pensée égyptienne.

Algèbre

Les Égyptiens avaient inventé l'algèbre. La série des problèmes du PMR, désignés du terme égyptien *Aha* — quantité au sens le plus

[21] Ferdinand HOEFER, *Histoire des mathématiques*, Librairie Hachette, Paris, 1985 (4e éd.), pp. 99, 129-130.

général —, sont des problèmes d'algèbre où l'unité[21] joue exactement le rôle de l'inconnue (**x**) de l'algèbre moderne. Le raisonnement, dans tous ces problèmes, est de type essentiellement algébrique, comme le reconnaissent EISENLOHR, CANTOR, REVILLOUT, et même un détracteur comme NEUGEBAUER.

Les problèmes étudiés dans le *Papyrus RHIND* appartiennent à trois catégories.

a) Les n^os^ 24-27 sont résolus par la méthode de fausse supposition. Le n°24 est libellé comme suit : Une quantité plus son 1/7 = 19. Quelle est cette quantité ? II se ramène visiblement à l'équation du premier degré :

$$X + \frac{X}{7} = 19$$

b) Les n^os^ 28 et 29. Le n° 28 est le suivant : soit un nombre donné (quelconque), on lui ajoute ses 2/3, puis de cette somme on retranche son 1/3 ; il reste 10, quel est ce nombre ?

L'équation du premier degré correspondante est :

$$X + \frac{2X}{3} - \frac{1}{3}(X + \frac{2X}{3}) = 10$$

c) Les n^os^ 30 à 34[22]. Les 2/3 plus le 1/10 d'un nombre = 10. Quel est ce nombre ? On aboutit à l'équation du premier degré :

$$(\frac{2}{3} + \frac{1}{10})X = 10$$

Équations du second degré

Deux problèmes du *Papyrus de Berlin* concernent chacun un système d'équations simultanées, dont l'une est du second degré. Écrites sous forme moderne elles donnent :

---

[22] R.J. GILLINGS, *op. cit*., T.E. PEET, problèmes n° 24 à 34 (*op. cit.*)

$$\text{I}\begin{cases} X^2 + Y^2 = 100 \\ 4X - 3Y = 0 \end{cases}$$

$$\text{II}\begin{cases} X^2 + Y^2 = 400 \\ 4X - 3Y = 0 \end{cases}$$

Voici un énoncé d'un problème du second degré : Comment diviser 100 en deux parties, pour que la racine carrée de l'une d'entre elles soit les 3/4 de celle de l'autre ? On doit écrire :

$$X^2 + Y^2 = 100 \longrightarrow Y = \frac{3}{4} X \longrightarrow X^2 + \frac{9}{16} X^2 = 100$$

GILLINGS pense que les problèmes n^{os} 28 et 29 du *Papyrus RHIND* sont les plus anciens exemples enregistrés dans l'histoire des mathématiques (bien avant DIOPHANTE D'ALEXANDRIE), formant une classe qu'on peut appeler « penser à un nombre », ou « trouver un nombre tel que »[23].

Pondération des quantités
Série des problèmes appelés *pesou* dans le *Papyrus RHIND*. Dans les problèmes qui traitent des masses et des poids, les quantités alimentaires mentionnées sont affectées de coefficients d'utilité ; elles sont pondérées, de manière à ne prendre en considération que leur poids utile. Exemple : si le *pesou* d'un pain est 12, c'est que ce pain contient 1/12 de boisseau.

Arithmétique

Le verso du *Papyrus RHIND* contient une table de division du nombre 2 pour la série des nombres impairs de 3 à 101 et dont les résultats ne contiennent que des fractions de numérateur toujours égal à un 1. Aujourd'hui les mathématiciens se perdent en conjectures pour découvrir l'usage ancien de cette table, et surtout la méthode de décomposition utilisée par les anciens Égyptiens. À cet effet le lecteur consultera avec profit la thèse de doctorat d'État que le professeur Maurice CAVEING a consacrée à l'histoire des mathématiques dans

---

[23] R.J. GILLINGS, *op. cit*., p. 181.

l'Antiquité[24].

On rencontre cette table de 2000 av. J.-C. à 600 après J.-C. GILLINGS constate que les mathématiciens grecs, romains, arabes, byzantins n'ont jamais été capables de découvrir une technique plus efficace pour traiter la banale fraction P/q. Les Grecs ont conservé dans leur arithmétique la vieille notation égyptienne des fractions de 2200 av. J.-C. En effet, sur un papyrus grec, on trouve :

$\frac{1}{17}$ d'un talent d'argent = $352 + \frac{1}{2} - \frac{1}{17} + \frac{1}{34} + \frac{1}{52}$ drachmas.

Les mathématiciens modernes ont voulu savoir si les anciens Égyptiens procédaient empiriquement, par tâtonnement, ou par voie théorique. Ainsi, en 1967, aux États-Unis, on a programmé un ordinateur pour procéder à toutes les décompositions possibles — soit un total de 22 295 formes. Si le scribe a procédé par théorie, sur ces dizaines de milliers de formes il ne choisira que les 49 formes les plus simples, les plus élégantes, auquel cas il ne sera pas battu par la machine électronique du XX^e^ siècle, construite quatre mille ans après lui. Or, tel a été le cas : « *We can conclude that, in this division as elsewhere, the computer dit not find a decomposition superior to that given by the ancient scribe*[25]. »

La méthode utilisée implique toutes les lois de l'arithmétique élémentaire, sur l'étude desquelles il n'est pas possible de s'étendre ici.

Rappelons que, tandis que l'État grec athénien traditionnellement persécutait les philosophes et les savants, l'État égyptien a toujours favorisé le développement de la science, de la philosophie et des lettres.

Autant, en Grèce continentale, science, philosophie et État restèrent antinomiques presque jusqu'à la fin de l'histoire de l'État-cité indo-européen, autant, en Égypte, science et État furent inséparables.

---

[24] Maurice CAVEING, *Formation du type mathématique de l'idéalité dans la pensée grecque*, CNRS, Paris.
[25] R.J. GILLINGS, *op. cit.*, p. 52.

La plupart des savants qui ont fait la réputation scientifique de la Grèce ont été persécutés et ont fui ce pays pour se réfugier en Égypte. Presque tous ont accompli un voyage de formation en Égypte. ANAXAGORE, SOCRATE, ARISTOTE, PLATON ont été persécutés ou bien ont fui Athènes pour échapper à la persécution. ARISTOTE n'hésite pas à témoigner que, si les prêtres égyptiens ont atteint un tel niveau dans la science théorique, spéculative, c'est parce qu'ils sont à l'abri des besoins matériels. Précisément grâce à l'État au service duquel ils sont attelés.

Calendrier égyptien

La période qui va de 9000 av. J.-C. à 3000 av. J.-C. est riche d'inventions en Afrique. C'est celle de la domestication indigène des plantes, des animaux et, comme ce que nous avons évoqué ci-dessus, sans que ces techniques vinssent d'ailleurs. C'est celle de l'invention de la métallurgie. Les Égyptiens de l'ancien Empire connaissaient, sans aucun doute, la métallurgie du fer[26]. De même les dernières découvertes archéologiques au Burundi, faites par des Belges, confirment nos idées sur la remise en question du premier âge du fer en Afrique[27]. D'autre part, on sait maintenant que, en 4236 av. J.-C., les Égyptiens avaient déjà inventé un calendrier fondé sur le lever héliaque de *Sothis*, ou *Sirius* (étoile la plus brillante du ciel), et dont la périodicité est de 1 460 ans.

En effet, les Égyptiens connaissaient les deux années : 365 jours et 365 jours plus un quart. La première est composée de 12 mois de 30 jours = 360, plus les cinq jours épagomènes réservés à la naissance des cinq dieux Égyptiens : **Osiris**, **Horus**, **Seth**, **Isis** et **Nephtys**. D'après LEPSIUS, les Égyptiens avaient inventé aussi l'heure de 60 minutes.

De la sorte Osiris est bien né, mythologiquement parlant, dans la nuit du 25 au 26 décembre, comme plus tard le **Christ** à qui on peut

---

[26] Cheikh Anta DIOP, « La métallurgie du fer sous l'ancien Empire », *in Bulletin de l'IFAN*, tome XXXV, série B, n° 3, Dakar, 1973.
[27] Cheikh Anta DIOP, « Vers une remise en question de l'âge du fer en Afrique », *in* Notes africaines IFAN, n° 152, octobre 1976.

l'assimiler dans ce cas et dans bien d'autres. Mais les Égyptiens savaient que l'année civile de 365 jours était d'un quart de jour moins longue que l'année solaire. Donc, chaque année, il y a un quart de jour de décalage entre ces deux années, et un jour entier tous les quatre ans.

Les Égyptiens pouvaient donc, dès le quatrième millénaire av. J.-C., créer l'année bissextile. Mais, chose extraordinaire, ils ont préféré suivre ce décalage pendant 1 460 ans pour ajouter une année entière au lieu d'un jour tous les quatre ans. En effet, cette période de 1 460 ans est la durée qui sépare deux levers héliaques de *Sothis* sous la latitude de Memphis. Memphis n'est qu'un repère géographique moderne de nature à fausser les idées, car le calendrier ne fut certainement pas inventé sous cette latitude où la crue est presque imperceptible. Le lever héliaque de *Sothis* (d'une étoile) est son lever simultané avec le soleil. Même NEUGEBAUER, qui est un grand détracteur de la science égyptienne, écrit à propos du calendrier civil égyptien qu'il est « *le plus intelligent que l'homme ait jamais inventé* »[28], et GILLINGS d'ajouter :

« *is simpler even than the "perpetual calendar" which, though recommended for worldwide use by astronomers, seems condemned to remain forever in some official pigeon-holes in all countries* » (p. 235).

À propos des deux calendriers, GILLINGS conclut :

« *These two calendars (of 365 and 365 1/4 days) existing side by side from, it is thought, the time of the first pharaoh of upper and lower Egypt, was the most scientific organization of calendar which has yet been used by man.* »[29]

Nous disions dans notre ouvrage *Civilisation ou barbarie* :

---

[28] « *This calendar* », writes NEUGEBAUER, « *is indeed the only intelligent calendar which ever existed in human history* ». 0. NEUGEBAUER, *The Exact Sciences in Antiquity*, Harper New York, 1962, p. 81, cité par GILLINGS, *op. cit.*, p. 235.

[29] J.W.S. SEWELL, « The calendars and chronology », in *The Legacy of Egypt*, S.R.K. Glanville editor, Oxford University Press, London, 1963, p. 7, cité par GILLINGS, p. 236.

« *Donc, jusqu'à nos jours, avec le calendrier sidéral égyptien, qui pourrait très bien être remis en vigueur, l'humanité, en tout cas l'Afrique, dispose d'une échelle de chronologie absolue devant laquelle l'ère chrétienne, l'hégire, les divers repères sont tout à fait relatifs*[30]. »

Les Noirs américains de la diaspora ont remis en vigueur ce calendrier, avec comme repère de chronologie absolu - 4 236 (à 4 ans près), au cours du premier Congrès annuel d'égyptologie qu'ils ont tenu du 24 au 26 février 1984 à Los Angeles, au Southwest College.

Les Égyptiens avaient accédé à une véritable science astronomique, contrairement à la Mésopotamie qui n'a jamais pu établir un calendrier digne de ce nom et qui, même à la Basse Époque, n'avait pas dépassé le stade des « éphémérides ». Quand le décalage chronologique était très grand, le roi décidait d'ajouter à l'année un treizième ou quatorzième mois. Lorsque César voulut réformer le calendrier, Rome n'ayant pas de savants, d'astronomes dignes de ce nom, il fit venir un astronome d'Égypte.

De même, lorsqu'une éclipse de soleil sema la panique dans les rangs de l'armée grecque pendant la bataille d'ALEXANDRE LE GRAND contre les Perses, ce fut un prêtre, astronome égyptien, qui ramena le calme en administrant une explication scientifique du phénomène, et non point ARISTOTE, le précepteur du roi.

Le *Papyrus Carlsberg 9* décrit une méthode de détermination des phases de la lune dérivant de sources plus anciennes, et sans aucune trace d'influence de la science hellénistique. II en est de même du *Papyrus Carlsberg 1* : cela prouve qu'il a existé des traités d'astronomie égyptienne. LEPSIUS, dans les *Denkmäler III* pl. 228 bis, reproduit une figure qui représente un véritable système de coordonnées centrées sur l'observateur pour repérer la position des étoiles en fonction du temps (heures) ; les positions sont reportées sur un plan rigoureusement carrelé en coordonnées. Les notions de coordonnées n'étaient pas absentes de la science égyptienne. Ivan Van

---

[30] Cheikh Anta DIOP, *Civilisation ou Barbarie*, Présence africaine, Paris, 1981, p. 356.

SERTIMA[31] a publié une épure d'un architecte égyptien ancien (III[e] dynastie), qui est une véritable courbe décroissante. Les ordonnées décroissantes sont indiquées en écriture hiératique suivant les divisions de l'abscisse en valeurs égales.

Nous venons de voir que les deux calendriers égyptiens étaient déjà en usage sous la I[re] dynastie, 3300 av. J.-C. Cela n'empêchera pas DIOGENE LAËRCE, biographe de THALÈS (VI[e] siècle av. J.-C.), d'écrire qu'il fut le premier à diviser l'année en 365 jours. On se rappelle la remarque du prêtre égyptien faite à DIODORE DE SICILE et citée ci-dessus.

En fait, il y aurait beaucoup à dire sur la mécanique égyptienne. Ivan van SERTIMA[32] a publié le modèle d'un planeur égyptien datant du IV[e] ou III[e] siècle av. J.-C. Cet objet se trouvait dans la salle n° 22 du *Musée égyptien du Caire,* et portait le n° 6347. II est long de 14 centimètres. L'article est conjointement signé de Khalil MESSIHA et Guigui MESSIRA :

« *The model attracted my attention as it was very much like the aeroplane models 1 used to make some 20 years ago. It was discovered in Sakkara, in 1898, and is made of Sycomore wood*[33]. »

Les deux auteurs cités sont des ingénieurs en aéronautique. Le Dr. Gamal MOKHTAR, ancien ministre égyptien et ancien directeur des Antiquités en Égypte, est associé à cette publication. Les faits. C'est un fonctionnaire de la NASA qui a collecté les documents. La découverte a été faite, écrit le Dr. Gamal MOKHTAR, au cours d'une visite au Musée par les membres de la Commission internationale aérospatiale de l'éducation. Étant donné la crédibilité des auteurs, nous relatons le fait sans pouvoir l'authentifier nous-mêmes. Nous ne pouvons avoir aucune opinion personnelle sur la question, car nous n'avons pas encore vu le modèle en question sauf en reproduction. En tout cas, la confirmation du fait serait d'une importance capitale.
La place nous manque pour parler ici de la statique, et aussi des bases

---

[31] *Op. cit.*, p. 77.
[32] *Op. cit.*, p. 92-99.
[33] Ivan van SERTIMA, p. 92. *Oudjat* = œil d'Horus.

mathématiques de l'architecture égyptienne avec l'utilisation des valeurs de la série (*oudjat*) $\frac{1}{2}-\frac{1}{4}+\frac{1}{8}+\frac{1}{16}+\frac{1}{32}$ déterminer les proportions des monuments, et l'amincissement des colonnes en particulier. Les Égyptiens pratiquaient couramment le siphonage des liquides, fondé sur l'action de la pression atmosphérique et la différence de niveaux. De même, la place manque pour parler de l'influence des cosmogonies égyptiennes (héliopolitaine et hermopolitaine) sur la philosophie grecque et pré-socratique en particulier. Pourtant le rapport est très étroit entre le *Timée* de PLATON et la *cosmogonie héliopolitaine*, et celle-ci aiderait à éclairer bien des obscurités de ce livre[34]. EMPÉDOCLE n'a fait que reprendre la théorie des quatre éléments de la cosmogonie héliopolitaine.

Médecine

L'unanimité est presque réalisée sur le fait que dans ce domaine, en particulier dans celui de la chirurgie osseuse, les Égyptiens avaient atteint le niveau scientifique dès l'Ancien Empire.

On s'appuie pour cela sur les quarante-huit descriptions très minutieuses de cas de blessures au crâne du *Papyrus SMITH*. II s'agit d'une véritable localisation des fonctions du cerveau, 3 000 ans avant BROCA ; en effet, les quarante-huit cas de blessures portent tous sur le crâne et le cou, et chaque fois les effets corollaires sur les parties du corps, même les plus éloignées du cerveau, sont notés.

Le cas 6 décrit pour la première fois les circonvolutions du cerveau, quand la boîte crânienne est arrachée, comme les « *rides qui se forment sur le cuivre en fusion* ». Cas 8 : une blessure dans le crâne engendre une « *déviation des globes oculaires* », et le malade « *traîne les pieds en marchant* ». Cas 22 : la tempe perforée entraîne la perte de l'usage de la parole. Cas 31 : la dislocation des vertèbres du cou entraîne une paralysie des jambes et des bras... À chacun des cas correspond une thérapeutique si elle existe.

---

[34] Cf. Cheikh Anta DIOP, *Civitisation ou Barbarie*, *op. cit.*, chapitre 17.

Le *Papyrus EBERS* montre que les Égyptiens avaient découvert la circulation sanguine et la fonction du cœur. II y est dit que : « *Le cœur parle dans tous les membres*. » II s'agit du rythme du cœur, que l'on constate par le pouls. THÉOPHRASTE, DIOSCORIDE, GALIEN ont tous consulté les « *annales d'Imhotep* » à la bibliothèque du temple de Memphis jusqu'au IIe siècle après J.-C. HIPPOCRATE les y avait déjà précédés au VIe siècle. On peut mesurer l'influence de la médecine égyptienne sur la médecine grecque en constatant par exemple que la méthode indiquée dans le *Papyrus Carlsberg n° 4*, qu'elle soit vraie ou fausse, a été recopiée textuellement par le « père de la médecine » : il s'agit de la méthode de la gousse d'ail pour diagnostiquer une femme stérile.

La médecine, comme toutes les sciences égyptiennes, a survécu dans le reste de l'Afrique en se dégradant avec l'isolement progressif de l'Afrique et la domination de ce continent par l'étranger. Le Dr. Charles S. FINCH cite le *Edimburgh Medical Journal*, 1884, où le docteur R.W. FELKIN décrit une césarienne pratiquée avec succès par un chirurgien ougandais utilisant la médecine traditionnelle. La mère et l'enfant furent sauvés, ce qui ne s'était jamais vu même en Europe à la même époque, où on se contentait de sauver tout au plus la mère[35]. On n'avait jamais recensé non plus de pareil cas dans les civilisations antiques.

En guise de conclusion de cette deuxième partie consacrée à l'étude de la transmission des valeurs de civilisation de l'Égypte au reste du monde, et à la Grèce en particulier, nous pouvons rappeler le titre du *Papyrus RHIND* : « *Règles pour étudier la nature, et pour comprendre tout ce qui existe, chaque mystère, chaque secret.* » Le Docteur FAUST aurait pu signer cette profession de foi. En effet, il faudra attendre la *Renaissance* pour que F. BACON exprime une pareille foi laïque dans la toute-puissance du nombre.

Les Grecs ne sont jamais allés plus loin dans l'expression de la volonté et de la capacité de l'homme à dominer la nature par la science, et par la mathématique en particulier. Contrairement à une opinion courante, l'Égypte n'était pas cette terre engluée dans une religiosité qui

---

[35] Charles FINCH, « The African background of medical science » in *Blacks in Science*, *op. cit.*, p. 152.

l'empêchait d'accéder à la conquête de la nature par la science.

Que l'on se rappelle que c'est bien ce pays qui, grâce à la science, a fait passer l'humanité de la préhistoire à la véritable conquête de la civilisation. La première organisation étatique du monde est née dans cette vallée du Nil, en Nubie, au Soudan — plus précisément à Qostul[36] d'abord, puis en Égypte avec MÉNÈS en 3300 av. J.-C.

La bureaucratie, c'est-à-dire l'organisation scientifique, savante de l'État, fut d'abord un progrès immense, une conquête technique. Elle a souvent été décriée, beaucoup plus par européano-centrisme que pour le vrai mal qu'elle représentait. Car, aujourd'hui encore, quel est l'État, même révolutionnaire, qui arrive à s'en passer ? II est seulement vrai que ce n'était point une invention de l'État-cité indo-européen, à la sortie de la préhistoire ; ce fut indubitablement une invention africaine pour maîtriser l'organisation de la communauté humaine à la grande échelle de l'État-nation égyptien depuis 3300 av. J.-C.

Par ailleurs, le *Dialogue d'un désespéré* avec son âme montre que les Égyptiens ne se sont pas contentés de maîtriser la nature extérieure par la science, mais qu'ils ont étudié aussi très profondément la nature humaine.

On saisit la fausseté et le danger des jugements stéréotypés formulés par les idéologues des différentes écoles, qui ne pouvaient accepter l'idée d'une origine africaine de la civilisation. Pourtant c'est oublier les jugements qui avaient cours jusqu'au XIX^e^ siècle. En effet, LENORMANT, dans son étude des premières civilisations de l'Orient, rappelle que de toute antiquité l'opinion unanime des peuples indo-européens et sémites, alors en retard sur les Noirs, était que les descendants de CHAM étaient particulièrement doués pour la domination de la nature, la création de la science, de la civilisation matérielle, et qu'ils étaient les premiers à s'être engagés dans cette voie : l'humanité leur doit partout ses premiers progrès et les premières civilisations[37].

---

[36] Bruce WILLIAMS, Institut oriental de Chicago.
[37] LENORMANT, *Les Civilisations de l'Orient*, vol. III, p. 100.

TEMPS MODERNES

La troisième phase où l'Afrique apporte encore les éléments de la civilisation débute au VII^{e} siècle, avec la colonisation de l'Espagne par les Arabes.

Toutes les valeurs de la civilisation antique qui végétaient à Byzance sont recueillies par les Arabes, et vont cette fois transiter par l'Afrique et permettre à l'Europe semi-barbare d'inaugurer à partir de l'Espagne et de la Sicile le cycle de la civilisation moderne, celle d'aujourd'hui.

II s'agit de cerner les facteurs endogènes et exogènes qui expliqueraient le fait que la presqu'île ibérique (le Portugal et l'Espagne) ait été à l'origine de l'expansionnisme européen à l'aube des temps modernes. Qu'est-ce que l'Espagne et le Portugal avaient de plus que la France, l'Italie, l'Angleterre, l'Allemagne pour pouvoir décoller les premières sur le plan technologique et prendre ainsi une avance sur le reste du continent ? Comment expliquer historiquement l'impérialisme de la presqu'île ibérique qui inaugure les temps modernes et durera trois siècles et demi ?

Dans notre esprit, ce fait est inséparable de l'héritage scientifique, technologique, culturel, etc., issu de la colonisation arabe. On a l'habitude de parler d'une façon générale de l'apport arabe à l'Occident à travers tout le Moyen Âge, mais on ne lie jamais de façon spécifique, dans les explications et dans les enseignements, cet apport au développement de la presqu'île ibérique immédiatement après la *Reconquista*. Pourtant, la succession chronologique des faits est assez impressionnante. Essayons d'examiner la situation culturelle de l'Europe, et de l'Espagne en particulier, après l'effondrement de l'Empire romain jusqu'à la conquête arabe.

L'avènement du roi barbare ODOACRE mit fin à l'Empire romain en 476. SAINT AUGUSTIN et BOÈCE (mort en 524) sont considérés comme les vrais fondateurs de la pensée médiévale. CASSIODORE, disciple de BOÈCE, s'est attaché à la classification des arts libéraux en deux grands groupes : le *Trivium* et le *Quadrivium*. Le *Trivium* : grammaire, rhétorique et logique ; le *Quadrivium* : géométrie, arithmétique, astronomie et musique. Ses travaux ont inspiré les

Étymologies d'ISIDORE, évêque de Séville qui vécut vers l'an 600. La renaissance carolingienne, qui est déjà postérieure à la conquête arabe, est représentée par deux grands noms : le moine irlandais ALCUIN, conseiller technique et culturel de CHARLEMAGNE, et un autre Irlandais, Jean SCOTT ERIGÈNE (contemporain de CHARLES LE CHAUVE) ; ce dernier adopta dans ses études astronomiques, en le généralisant, le système d'HÉRACLIDE DU PONT selon lequel les planètes Vénus et Mercure tournent autour du Soleil.

Comme l'a montré G. BEAUJOUAN, il ne s'agit pas d'un héliocentrisme d'avant-garde qui serait connu dès le IX^{e} siècle. J. SCOTT ERIGÈNE, qui croit que la distance de la Terre à la Lune est égale au diamètre terrestre, divise pour obtenir celui-ci, la longueur de la circonférence terrestre par deux, ce qui donne une idée du niveau médiocre de ses connaissances à la fois mathématiques et astronomiques.

Ainsi donc, tout au long de la période considérée, malgré quelques tentatives louables pour sauver les acquis de l'Antiquité, le savoir avait en général régressé en Europe, régression souvent aggravée par une interprétation néo-platonicienne des phénomènes.

La conquête de la presqu'île ibérique par les Arabes fut rapide. Le royaume Wisigoth était miné de l'intérieur. De 711 à 720, toute la presqu'île fut conquise de l'Andalousie aux Pyrénées. Cette occupation dura presque huit siècles, de 711 à 1492, et marqua la presqu'île d'une empreinte indélébile dans tous les domaines.

Avant d'aborder l'analyse du legs scientifique et technologique du monde arabe à la presqu'île ibérique, disons quelques mots sur la reconquête qui est à l'origine des croisades. C'est dans le cadre de cette reconquête que se situe l'épisode de Rodrigo DIAZ DE VIVARA, contemporain du roi ALPHONSE VI, dont il avait épousé la cousine CHIMÈNE. S'étant brouillé avec ALPHONSE VI, Rodrigue se mit au service du roi musulman de Saragosse. Ses exploits contre les chrétiens d'Aragon lui valurent le surnom de *Saiyidi* : mon maître, en arabe, d'où le titre de la pièce de CORNEILLE *Le Cid*. Nous sommes loin du nationalisme chatouilleux qui caractérisera les périodes ultérieures de l'histoire européenne.

Éveil de la conscience européenne

On ne saurait exagérer l'importance du rôle joué par la *Reconquista* dans la prise de conscience de l'Europe en tant que communauté culturelle et religieuse. On peut dire que le mouvement des croisades, qui est la conséquence de cette reconquête, débute déjà avec CHARLEMAGNE. C'est à Roncevaux que CHARLEMAGNE et ROLAND sont allés combattre les peuples que l'on appelle sarrasins dans la *Chanson de Roland*.

Ce sont donc les *chansons de geste*, ces monuments littéraires, fondements culturels de l'Europe moderne, qui nous administrent la preuve indéniable que l'Europe a pris conscience d'elle-même dans une opposition dialectique avec le monde arabe, dit sarrasin. Opposition dont le temps fort est marqué par l'époque des croisades qui va de 1095 (prédication du Pape URBAIN II) à 1270 (mort de SAINT LOUIS), de la première à la huitième.

C'est au moment où s'affaiblit le califat de Cordoue que les petits royaumes chrétiens du nord-ouest de la péninsule ibérique ont essayé de s'étendre vers le sud. Et les moines de Cluny, chargés de réformer leurs monastères, entreprirent une propagande pour intéresser l'Occident chrétien à la reconquête. On rappela les combats de CHARLEMAGNE, déjà anciens, et des chevaliers vinrent d'Allemagne et de Bourgogne pour aider à la *Reconquista*. En 1063, le Pape ALEXANDRE II avait promis la rémission des pêchés aux chevaliers qui participeraient à l'opération. Ainsi naquit l'idée des croisades, qui se développa avec le temps. La deuxième croisade (1147-1149), celle de CONRAD III et LOUIS VII, fut marquée par la prise de Lisbonne et l'échec devant la ville de Damas. Progressivement l'Espagne fut reconquise, tandis que certaines croisades prirent la direction des lieux saints. En 1492, tout le territoire ibérique était libéré. Cette date marque la fin de la domination politique arabe qui aura ainsi duré 781 ans.

II est remarquable que 1492 soit aussi la date de départ de Christophe COLOMB pour la découverte du *Nouveau Monde*. L'accord fut conclu à la convention de Santa Fé devant la ville de Grenade, dernier bastion

arabe assiégé par la reine ISABELLE DE CASTILLE, protectrice de Christophe COLOMB. Donc cette Espagne, qui était semi-barbare en 711 à la veille de la conquête arabe, à l'époque de la dernière dynastie Wisigoth, a reçu, pendant la colonisation arabe, tous les éléments scientifiques et technologiques nécessaires pour se lancer à la découverte du Nouveau Monde, jour pour jour au lendemain de la reconquête totale de la presqu'île ibérique. Parallèlement, les autres parties libérées de la presqu'île, assimilant de la même façon l'apport technologique arabe, avaient commencé, depuis plus d'un demi-siècle, à se risquer sur les mers (le Portugal, sous l'impulsion de Henri le Navigateur : Barthélemy DIAZ, 1486-1487 ; VASCO DE GAMA, 1487-1499). La nature secrète des efforts d'HENRI LE NAVIGATEUR pour rassembler une documentation technologique sur l'art de la navigation dans le cadre de ce qu'on a appelé l'école ou l'*académie de Sadre* rend les recherches un peu difficiles. Mais il n'est pas douteux que l'apport arabe fut prépondérant.

L'apport arabe

En effet, du XI^e au XII^e siècle, l'Espagne était devenue, en pleine période de domination arabe, le lieu principal de la redécouverte, à travers la vie intellectuelle arabe, de la science antique et de sa diffusion dans tout l'Occident.

Les Arabes créèrent à Tolède une école d'astronomie dont l'influence s'étendit sur tous les pays voisins. La ville devint le principal centre de traduction de tous les ouvrages scientifiques et philosophiques de l'Antiquité, écrits en arabe.

La traduction se faisait habituellement en deux temps, par l'association de deux traducteurs ; le premier, en général un juif connaissant l'arabe et l'espagnol, traduisait de l'arabe en espagnol, donc, en langue vulgaire ; le second traduisait de l'espagnol en latin.

Ces traductions contribueront au développement du latin comme langue scientifique et universelle de l'Europe et, particularité intéressante, vont donner naissance à une littérature scientifique précoce dans une langue vulgaire, ce qui est une singularité remarquable pour l'époque. Les Arabes introduisirent les techniques

nautiques de la Chine, qu'ils ont dû recevoir par l'Inde.

En effet, les Chinois, pour des raisons religieuses (initiation bouddhique), faisaient de longs voyages maritimes en Inde. Et nul doute que, pendant ces voyages, ils utilisaient déjà la boussole et les techniques astronomiques pour se guider en pleine mer. II ne s'agissait plus de la navigation à l'estime. On a retrouvé dans un tombeau de l'époque Han (- 206 à + 220) un modèle réduit en argile de bateau à fond plat muni d'un gouvernail axial quadrangulaire comportant des cabines.

Les Égyptiens anciens (1500 av. J.-C.) utilisaient déjà des gouvernails du même genre, formés d'une seule rame. De tels gouvernails sont à coup sûr les ancêtres du gouvernail axial dit d'étambot, fixé par une charnière à l'arrière du bateau et qui permet la véritable maîtrise des mouvements du navire (XIIIe siècle).

La boussole est attestée en Chine au XIIe siècle. Un ouvrage chinois du XIIe, le *Mongo houa lou,* montre bien que l'usage de la boussole était déjà courant quand on ne pouvait pas naviguer d'après les étoiles par temps clair :

« *De là on rentre dans le Haï-men, c'est alors l'océan, immense et sans limite (...). Quand il vente, quand il pleut, par temps de brouillard ou quand il fait sombre, on compte seulement sur le plateau à aiguille et l'on va. Le chef pilote s'en occupe alors : d'un "hao" ou d'un "li", il n'ose se tromper, car la destinée des hommes de tout le bateau en dépend.* »

II s'agissait donc d'une véritable navigation selon les instruments. Les navigateurs chinois du XIIe siècle savaient, à leur manière, « *faire le point* » en haute mer. Selon toute probabilité, c'est le perfectionnement des techniques qu'ils ont léguées par l'intermédiaire des Arabes qui va révolutionner l'art de la navigation en Occident et permettre les grandes découvertes maritimes ibériques qui sont à l'origine du décollage de cette presqu'île à l'aube des temps modernes.

À ces éléments techniques il faut ajouter l'astrolabe, introduit également en Espagne par les Arabes et qui connut par la suite toute

une série de perfectionnements pour devenir l'instrument principal de navigation en haute mer. On admet que c'est GERBERT, archevêque de Reims, qui a contribué à l'avènement de Hugues CAPET et qui devint Pape sous le nom de SYLVESTRE II, qui a répandu en Occident l'usage de l'astrolabe et de l'abaque arabes, donc la nouvelle arithmétique incluant les chiffres arabes et le zéro. Ses connaissances, il les a effectivement puisées en Espagne où il séjourna de 967 à 970. Du XI^{e} au XII^{e} siècle, l'Espagne et l'Occident se contentèrent, par le biais d'une traduction systématique, de recevoir et d'assimiler passivement la science arabe.

C'est au XIII^{e} siècle que cette assimilation devint active et que les érudits du monde chrétien occidental commencèrent à faire des apports originaux dans les différentes universités européennes : Salerne, Oxford, Paris, Montpellier... Pour la période du XIII^{e} siècle, l'Espagne sous ALPHONSE X le savant (1252-1284), et la Sicile sous l'empereur FRÉDÉRIC II (1194-1250) — cette île avait été reconquise sur le monde arabe par les Normands au XI^{e} siècle — sont des foyers actifs du développement intellectuel.

Toutefois, la Sicile reste tributaire de l'Espagne : Michel SCOTT, mort en 1235, astrologue de Frédéric II, lui rapporte de Tolède l'astronomie d'AL BITRUDJI et les commentaires d'AVERROÈS, la zoologie d'ARISTOTE, etc. Frédéric II écrivait lui-même aux souverains orientaux pour leur demander les solutions de problèmes de géométrie, d'astronomie, d'optique ou de philosophie que les sommités de son propre entourage n'étaient pas à même de résoudre.

LÉONARD DE PISE (XIII^{e} siècle) sera inspiré par les travaux mathématiques du Catalan SAVASORDA (il est de Barcelone) qui écrivit le premier ouvrage traduit en latin traitant de l'équation du second degré. LÉONARD DE PISE, considéré comme le plus grand mathématicien du Moyen Âge, apprit la langue et l'arithmétique arabes dans la boutique d'un épicier, à Bougie, en Algérie où l'amena son père, un fonctionnaire consulaire, en 1192. ALPHONSE voulut établir une encyclopédie espagnole de toutes les connaissances, couvrant en particulier l'astronomie de son époque.

Les tables « alfonsines », réputées jusqu'au XVI^{e} siècle, avaient pour

but d'améliorer celles établies à Tolède deux siècles plus tôt par ARZACHEL. Ces travaux s'appuyèrent profondément sur la trigonométrie d'AL-KHAWARIZIMI[38]. Les tables, ainsi que les almanachs arabes, constituent des instruments théoriques de navigation en haute mer.

Les Portugais comme les Espagnols pouvaient désormais faire le point, s'affranchir du cabotage et naviguer au large. Les Arabes, qui introduisirent le papier en Espagne, instituèrent aussi la cartographie à Tolède, en Catalogne, bien que certains auteurs essaient d'attribuer la paternité de cette invention aux Génois.

On peut rappeler ici l'atlas catalan offert à CHARLES V en 1375. De même, le nouveau type de bateau appelé caravelle, à trois mâts, avec trois voiles triangulaires et permettant de louvoyer, qui apparut au Portugal vers le milieu du XV[e] siècle, était vraisemblablement dérivé des *pangalos* de l'océan Indien par l'intermédiaire des *caravos* arabes. HENRI LE NAVIGATEUR fit venir de Majorque un certain M[e] JACOMO pour initier ses officiers à l'art de naviguer. Dans le domaine purement intellectuel, on pouvait encore parler du résumé d'astronomie en 1267 d'AL-HAZEN (IBN AL-HAYTHAM).

En fait, à cette époque du Moyen Âge, la rationalité pure était représentée par la pensée arabe, par opposition à la méthode scolastique fondée sur l'autorité. Ainsi, ADÉLARD de BATH, né en Angleterre en 1170, qui voyagea à Salerne et en Sicile, en Syrie et en Palestine, et qui traduisit les ouvrages astronomiques et trigonométriques d' AL-KHAWARIZIMI, n'hésita pas à écrire :
« *Autre est ce que moi j'ai appris des maîtres arabes sous la conduite de la raison, autre ce à quoi, de ton côté, séduit par le masque de l'autorité, tu es attaché comme par un licou. Quelle autre appellation en effet que celle de licou faut-il donner à l'autorité ?* À *vous laisser conduire par l'autorité comme ces bestiaux qui ne savent ni où ni pourquoi on les mène* » (texte cité par BEAUJOUAN).

Même dans l'ordre technique, la maîtrise des nouvelles forces productives est due aux Arabes. Le moulin à vent attesté en Iran au

[38] AL-KHAVRARIZIMI a donné le mot « algorithme » : calcul.

VII^e siècle est introduit en Espagne au X^e siècle, et de là en Europe, en particulier en Hollande. La domestication de la force motrice de l'eau est attestée par une illustration du traité sur les machines de AL-JAZARI (XII^e siècle), où l'on voit le dessin d'une *saqiya* dans lequel apparaît un système d'engrenage mû par la force motrice de l'eau pour élever l'eau elle-même.

Le manuscrit arabe conservé au *Musée de Léningrad*, et daté de la fin du XIII^e et du début du XIV^e siècle, est le premier qui représente des pièces d'artillerie.

Ce manuscrit contient la composition de la poudre à canon pour les mêmes pièces. L'artillerie lourde est utilisée au Maghreb et en Espagne musulmane dans la seconde moitié du XIII^e siècle. Elle fut utilisée également en Orient contre les Mongols à des fins d'intimidation. Le secret se répandit très rapidement en Europe au cours du XIV^e siècle.

Les Arabes introduisirent également en Espagne le coton et le *mouton mérinos*[39] pour la production de la laine, ainsi que la brique. Les nouveaux besoins qui se faisaient sentir en Europe de métaux précieux (or et argent), pour battre monnaie, la nécessité de trouver de nouvelles routes de ravitaillement pour les épices sans passer par les intermédiaires vénitiens et arabes, la volonté aussi de poursuivre l'occupant d'hier dans ses derniers retranchements, et partant de trouver le royaume chrétien du prêtre JEAN, allié potentiel, pour prendre à revers le monde musulman dans le cas d'une prochaine guerre, l'invention de l'imprimerie facilitant l'impression des cartes et la diffusion du savoir : telles sont les raisons que l'on cite d'habitude pour expliquer les causes des grandes découvertes, en plus de celles mentionnées ci-dessus.

La position géographique de la presqu'île ibérique a-t-elle joué un rôle particulier ? Non, si on considère la façade atlantique de cette presqu'île comparée à celle de tous les autres pays riverains. En effet, les Vikings avaient déjà découvert en l'an mille l'Amérique du Nord,

[39] De Mérimide : dynastie marocaine.

et même tente d'y installer des colons pendant un quart de siècle.

C'est donc, en définitive, au legs scientifique et technologique de la colonisation arabe qu'il faut attribuer l'essor de la presqu'île ibérique à l'aube des temps modernes, et le rayonnement particulier de la civilisation qui de cette région gagna le reste de l'Europe, civilisation qui s'est perpétuée en se développant prodigieusement jusqu'à nos jours.

Bibliographie

F. LENORMANT, *Histoire ancienne de l'Orient*, Livre III, page 100.

UNESCO, Colloque d'Athènes, 30 mars-3 avril 1981, *Racisme, science et pseudo-science*. Cf. Article de Albert JACQUARD : «La science face au racisme» sur la parenté étroite *des Indo-Européens, des Noirs et des Boschimans du point de vue des antigènes du système HL-A*, p. 29.

M.H. DAY, M.D. LEAKEY et C. MAGORÉ : « A new hominid fossil skull (L.H.18) from the Ngaloba Beds, Laetoli, Northern Tanzania », in *Nature*, Vol. 284, 6 March 1980.

David PILBEAM : «Des Primates à l'homme», in *Pour la Science*, mai 1984.

Proc. Nat. Acad. Sci., USA, vol. 78, n° 4, pp. 2638-2642, April 1981 :
Popular biology, A. PIAZZA, P. MENOZZI and L. L. CAVALLI SFORZA, « Synthetic gene frequency maps of man and selective effects of climate ». M. J. Johnson, D.C. WALLACE, S. D. FERRIS, M. C. RALTAZZI and L. L. CAVALLI SFORZA, « Radiations of human mitochondria DNA types analysed by Restruction Endonuclease Cleavage Patterns ».

La Recherche n° 148, octobre 1983.

G. BEAUJOUAN, *La Science antique et médiévale*, PUF, 1957.

Dictionnaire archéologique des techniques, Éditions de l'accueil, 1963, Tomes I et II.

Jean GIMPEL, *La Révolution industrielle au Moyen Âge*, Éditions du Seuil, 1975.

Ivan Van SERTIMA, *Ils y étaient avant Christophe Colomb*, Flammarion, 1976.

Y. AL-HASSAN AHMAD, « L'Islam et la Science », *in La Recherche* n° 134, juillet 1982.